

# Compte rendu du séminaire sur les maladies à *Phytophthora* du cocotier Manado - Indonésie - Octobre 1992

## Report on the coconut *Phytophthora* disease seminar Manado - Indonesia - October 1992

J.L. RENARD<sup>(1)</sup> et S.N. DARWIS<sup>(2)</sup>

### INTRODUCTION

Sur cocotier, les pourritures occasionnées par *Phytophthora* entraînent le dépérissement du méristème (ou pourriture du coeur) et/ou une chute prématurée des noix : dans le premier cas, il s'ensuit la mort de l'arbre, dans le second, une baisse de production. La pourriture du coeur du cocotier est connue depuis fort longtemps (Butler, 1909), mais ce n'est que récemment (Quillec *et al.*) que la chute des noix a été signalée.

Les symptômes sont présents dans toute la zone de culture du cocotier. Dans certaines régions, la mortalité due à la pourriture du coeur atteint 50 % des cocotiers initialement plantés, et 20 à 25 % de chutes de noix peuvent être enregistrées annuellement ; l'importance des dégâts est fonction essentiellement des conditions climatiques et de la nature du matériel végétal.

Depuis une quinzaine d'années, on assiste, un peu partout dans toute l'aire de culture du cocotier, à une recrudescence des symptômes causés par *Phytophthora*. Un foyer important de pourriture du coeur est apparu en Côte-d'Ivoire en 1977 dans des plantations villageoises, sur le cocotier Grand Local, suivi quelques années plus tard par le développement du symptôme de chute de noix sur des hybrides Nain Jaune Malaisie × Grand Ouest Africain (PB 121). En Asie, la maladie initialement confinée sur le matériel local, et dans l'ensemble sans conséquence économique majeure, est apparue entre 1980 et 1985 dans les plantations nouvellement créées avec du matériel hybride, essentiellement Nain Jaune Malaisie × Grand Ouest Africain et dans les champs semenciers de Nain Jaune, entraînant des pertes importantes.

L'ampleur des dégâts a suscité une mobilisation importante des chercheurs dès les années 1985 en Indonésie et aux Philippines. Afin d'intensifier les recherches et sous l'impulsion de l'IRHO<sup>(3)</sup> (Institut de Recherche pour les Huiles et Oléagineux), un programme de recherches impliquant les principaux pays concernés a été proposé à la Commission des Communautés Européennes (Direction Générale de la Science, de la Recherche et du Développement), et une subvention a été obtenue pour conduire des études sur les maladies à *Phytophthora* du cocotier. Le projet comporte plusieurs thèmes : prospections et évaluation des dégâts, études épidémiologiques, évolution de la maladie, conservation et propagation de l'inoculum, identification des espèces

### INTRODUCTION

*On coconut, rots caused by Phytophthora lead to meristem decay (or bud rot) and/or premature nut fall: in the first case, the tree dies, and in the second, there is a drop in production. Coconut bud rot has been known for some considerable time (Butler, 1909), but nut fall was not observed until recently (Quillec et al.).*

*Symptoms are found throughout the coconut growing zone. In certain regions, up to 50% of the coconuts initially planted are killed by bud rot, and 20 to 25% nut fall can be recorded each year; the extent of the damage primarily depends on climatic conditions and the type of planting material.*

*Over the past fifteen years or so, there has been a resurgence of symptoms caused by Phytophthora more or less everywhere in the coconut growing zone. A major bud rot focus appeared in smallholdings in the Ivory Coast in 1977, on the Local Tall variety, followed a few years later by the development of bud rot symptoms on Malayan Yellow Dwarf × West African Tall (PB 121) hybrids. In Asia, where the disease was initially confined to local material and did not generally have any major economic impact, Phytophthora appeared between 1980 and 1985 in plantations newly set up with hybrid material, essentially Malayan Yellow Dwarf × West African Tall, and in Yellow Dwarf seed gardens, leading to considerable losses.*

*The extent of the damage prompted a good deal of research work as early as 1985 in Indonesia and the Philippines. In order to step up research, and at the instigation of IRHO<sup>(3)</sup> (Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux), a research programme involving the main countries concerned was submitted to the Commission of the European Communities (Directorate General XII for Science, Research and Development), and a grant was obtained for studies on coconut Phytophthora diseases. The project covers several topics: damage surveys and assessments, epidemiological studies, disease evolution, inoculum preservation and propagation, Phytophthora species identi-*

(1) Responsable de l'Unité de Recherche Défense des Cultures CIRAD-CP - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France)

(2) Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri Jl. Tentara Pelajar n° 1 Bogor 16111, Indonésie

(3) Depuis le 1er novembre 1992, l'IRCA, l'IRCC et les programmes Palmier à huile et Cocotier de l'IRHO ont fusionné sous le nom de CIRAD-CP (Département des Cultures Pérennes)

(1) Head of the CIRAD-CP Crop protection Research Unit - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex (France)

(2) Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri Jl. Tentara Pelajar n° 1 Bogor 16111 Indonésie

(3) On 1st November 1992, IRCA, IRCC and the IRHO Oil Palm and Coconut Programmes were merged to form CIRAD-CP (Tree Crops Department)

de *Phytophthora*, études taxonomiques et caractérisation par électrophorèse isoenzymatique, stratégies de lutte chimique, biologique et génétique, test précoce d'évaluation du matériel végétal.

Le programme est mené en collaboration avec plusieurs Institutions : le centre Balitka de Manado · AARD (Indonésie), le Davao Research Center du PCA (Philippines), la Station Marc Delorme de l'IDEFOR à Port-Bouet (Côte-d'Ivoire), l'International Mycological Institute IMI, Egham (Grande Bretagne), l'Université Paris VI (France), l'Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias de Valencia (Espagne), et le CIRAD à Montpellier (France). Le projet a débuté en 1990, il doit se terminer en 1993.

Dans son ensemble, le projet fait une large place aux échanges d'informations et à la complémentarité entre les équipes de chercheurs localisées en Europe et celles basées en zone tropicale. Le projet a permis également à un chercheur philippin et à un chercheur indonésien de réaliser en Europe des études de taxonomie des *Phytophthora* respectivement au CIRAD pour la caractérisation par électrophorèse isoenzymatique, et au IMI pour l'identification des espèces basée sur la morphologie. Une première réunion entre chercheurs a eu lieu au CIRAD à Montpellier en septembre 1991. Au cours de cette réunion a été adopté le principe d'une nouvelle rencontre sur le terrain.

Grâce au financement de la Commission des Communautés Européennes, tous les chercheurs impliqués dans le projet ont pu se réunir à Manado (Indonésie), et différents spécialistes et personnalités indonésiennes et jamaïcaines se sont joints à cette équipe.

Le séminaire, organisé à Manado, conjointement entre l'IRHO/CIRAD et le centre de Balitka, du 26 au 30 octobre 1992, a permis de faire le point sur les études en cours et de renforcer les échanges entre les chercheurs.

Le séminaire comprenait cinq sessions, deux journées de terrain et une réunion finale. Pour chacune des sessions du programme figurant en Annexe, nous rapportons ci-après les faits principaux développés dans les différentes communications (voir Annexe).

### **Incidence de la maladie et épidémiologie**

La pourriture du coeur du cocotier due au *Phytophthora* est inégalement distribuée en Indonésie sur les hybrides et la plus forte incidence correspond, en général, aux zones les plus arrosées, mais quelques plantations font exception. La nature du matériel végétal ne peut être dissociée de cette analyse, c'est une des composantes les plus importantes à considérer dans l'évaluation des dégâts. L'incidence de la maladie tend également à décroître avec l'âge. A la Jamaïque, le matériel hybride est reconnu assez sensible, mais moins que le Nain Rouge Malaisie, avec cependant des variations saisonnières.

Les dégâts sur noix, particulièrement importants sur Nain Jaune en Indonésie, sont localisés principalement sur des régimes avant maturité, en particulier durant la saison des pluies. La propagation du parasite se fait soit horizontalement, par les contacts entre régimes, soit verticalement, entre noix à l'intérieur d'un même régime. Le rôle de la pluie et des insectes dans la propagation est démontrée.

Des modèles d'études épidémiologiques ont été présentés. Leur application à des parcelles atteintes par le *Phytophthora* en Côte-d'Ivoire suggère l'existence de deux phases de propagation :

- une phase agrégative, au cours de laquelle la contamination interviendrait de proche en proche ;
- une phase régulière pendant laquelle les nouveaux cas apparaissent éloignés des foyers initiaux.

fication, taxonomic studies and characterization by isoenzymatic electrophoresis, chemical, biological and genetic control strategies, early planting material assessment tests

The programme is being conducted in conjunction with several organizations. the Balitka Manado Centre: AARD (Indonesia), the PCA Davao Research Centre (Philippines), the IDEFOR Marc Delorme Station, Port-Bouet (Ivory Coast), the International Mycological Institute, IMI, Egham (Great Britain), the University of Paris VI (France), the Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Valencia (Spain) and CIRAD, Montpellier (France). The project began in 1990 and is due to end in 1993.

On the whole, the project gives high priority to information exchanges and complementarity between teams of researchers in Europe and those in the Tropics. The project has also enabled a Philippine researcher and an Indonesian researcher to conduct *Phytophthora* taxonomy studies in Europe, at CIRAD for characterization by isoenzymatic electrophoresis and at IMI for species identification based on morphology. An initial meeting of researchers was held at CIRAD in Montpellier in September 1991. During this meeting, it was agreed that a further meeting should be held in the field.

With funding from the Commission of the European Communities, all the researchers involved in the project were able to meet in Manado (Indonesia), and different specialists and personalities from Indonesia and Jamaica also joined the team.

The joint seminar organized by IRHO/CIRAD and the Balitka Centre in Manado from 26th to 30th October 1992 provided an opportunity to take stock of the studies under way and helped to strengthen contacts between the researchers.

The seminar comprised five sessions, two days in the field and a closing session. The main topics discussed in the different papers in each of the programme sessions are given below (see Annex).

### **Disease impact and epidemiology**

Coconut bud rot due to *Phytophthora* is irregularly distributed on hybrids in Indonesia, and the highest disease incidence generally corresponds to the wettest areas, although some plantations are an exception to the rule. The type of planting material cannot be dissociated from this analysis, as it is one of the most important factors for consideration when assessing damage. Disease incidence also tends to decrease with age. In Jamaica, hybrid material is acknowledged to be quite susceptible, but less so than the Malayan Red Dwarf, albeit with seasonal variations.

Nut damage, which is particularly severe on Yellow Dwarfs in Indonesia, mainly concerns immature bunches, particularly during the rainy season. Parasite propagation is either horizontal, by contact between bunches, or vertical, between nuts within a given bunch. The role of rainwater and insects in propagation was demonstrated.

Epidemiological study models were presented. Their application to plots affected by *Phytophthora* in the Ivory Coast suggests the existence of two propagation phases:

- an aggregative phase, during which contamination is from tree to tree;
- a regular phase, during which new cases appear some distance away from the initial foci

### Agent causal

Les études ont clairement mis en évidence l'existence de deux espèces dominantes de *Phytophthora* : *P. palmivora* en Indonésie et aux Philippines, *P. katsurae* en Côte-d'Ivoire. A la Jamaïque, les deux espèces coexistent. A côté de ces deux espèces principales, *P. arecae* et *P. nicotianae* sont présentes en Indonésie.

La caractérisation des isolats par électrophorèse isoenzymatique permet de distinguer, avec le système PGI (phosphoglucosomérase), deux types de souches de *P. palmivora*, l'un isolé du cocotier, l'autre du cacaoyer, et le *P. arecae* se différencie de *P. palmivora* par un profil isoenzymatique monomorphe, alors qu'aucune différence n'est mise en évidence dans le système MDH (malate déshydrogénase), laissant supposer que *P. palmivora* et *P. arecae* sont génétiquement très proches.

### SOURCES DE RESISTANCE

La caractérisation du matériel végétal repose sur divers types d'informations : le comportement au champ des cultivars plantés et l'aptitude des noix à développer des lésions après inoculation artificielle. Parmi les écotypes les plus courants, on retiendra que le Nain Jaune (en Indonésie et aux Philippines) confèrent aux hybrides (essentiellement avec le Grand Ouest Africain) une sensibilité marquée pour la pourriture du cœur due à *Phytophthora palmivora*. A l'inverse, le Nain Jaune Malaisie introduit une source de résistance dans l'hybride avec le Grand Ouest Africain en zone infectée par le *P. katsurae* (Côte-d'Ivoire). En présence de *P. palmivora*, l'hybride, Nain Jaune Nias (NJN) × Grand Ouest Africain (GOA) ou NIWA est plus tolérant à la chute de noix que le PB 121 : Nain Jaune Malaisie (NJM) × GOA ou MAWA confronté au *P. katsurae* en Côte-d'Ivoire. En Asie, les écotypes locaux sont, d'une manière générale, plus tolérants au *P. palmivora* que les écotypes introduits, toutefois le Grand Polynésie et le Grand Rennell sont moins atteints que le Grand Bali à Nord Sumatra. Face au *P. katsurae*, le Grand Polynésie et à un degré moindre le Grand Rennell, se comportent aussi bien qu'en présence de *P. palmivora*.

Le Nain Jaune Malaisie (ou Nain Jaune Nias) est sensible à la chute des noix provoquée par *P. palmivora* ; il est par contre tolérant à cette maladie dans un environnement à *P. katsurae*.

Le Nain Rouge Malaisie est sensible à la pourriture du cœur à *P. katsurae* en Côte-d'Ivoire, il est également mentionné comme sensible au même dégât en Jamaïque. Dans ce dernier pays, les hybrides Nain Rouge × cocotiers Grands sont plus tolérants à la pourriture du cœur que le Nain Rouge. Il est à noter également qu'à l'intérieur d'un même écototype une variabilité existe. Cette situation est particulièrement bien établie pour le comportement du Grand Ouest Africain vis-à-vis de la chute des noix de l'hybride PB121 où, selon le géniteur GOA en cause, les pourcentages de noix malades vont de 4,2 à 34,4 %.

La variabilité de la sensibilité des noix à l'égard des *Phytophthora* peut également être mise en évidence par inoculation artificielle. Cette variabilité qui fait intervenir plusieurs facteurs (âge de la noix, mode d'inoculation, critère d'évaluation), ne paraît pas toujours corrélée avec le comportement au champ ; quoi qu'il en soit, l'ensemble des données actuelles met en évidence l'extrême variabilité de comportement de l'espèce *Cocos nucifera* en présence des différentes espèces de *Phytophthora*. Ces résultats démontrent l'intérêt qui doit être porté à l'amélioration et la sélection pour la résistance au *Phytophthora* dans un écosystème donné. A Balitka, une telle démarche est entreprise avec la mise en place d'un champ de comportement comprenant 25 hybrides différents (5 types de Nains × 5 types de Grands).

### Pathogen

The studies have clearly shown the existence of two dominant *Phytophthora* species: *P. palmivora* in Indonesia and the Philippines and *P. katsurae* in the Ivory Coast. Both species are found in Jamaica. Alongside these main two species, *P. arecae* and *P. nicotianae* are also found in Indonesia.

Isolate characterization by isoenzymatic electrophoresis using the PGI (phosphoglucosomerase) system makes it possible to distinguish between two types of *P. palmivora* strains, one isolated from coconut and the other from cocoa, and *P. arecae* differs from *P. palmivora* by its monomorphic isoenzymatic banding pattern, whereas no difference is detected using the MDH (malate dehydrogenase) system, suggesting that *P. palmivora* and *P. arecae* are genetically very similar.

### RESISTANCE SOURCES

Planting material characterization is based on different types of information: the field performance of planted varieties and the degree to which nuts develop lesions following artificial inoculation. Amongst the most common ecotypes, it is worth noting that the Yellow Dwarf (in Indonesia and the Philippines) passes on marked susceptibility to bud rot caused by *Phytophthora palmivora* to its hybrids (primarily with the West African Tall). On the other hand, the Malayan Yellow Dwarf introduces a source of resistance in its hybrid with the West African Tall in zones infected with *P. katsurae* (Ivory Coast). In the presence of *P. palmivora*, the Nias Yellow Dwarf (NYD) × West African Tall (WAT) or NIWA hybrid is more tolerant of nut fall than the PB 121 - Malayan Yellow Dwarf (MYD) × West African Tall or MAWA - hybrid when faced with *P. katsurae* in the Ivory Coast. In Asia, local ecotypes are generally more tolerant of *P. palmivora* than introduced ecotypes, although the Polynesia Tall and Rennell Tall are less severely affected than the Bali Tall in North Sumatra. When confronted with *P. katsurae*, the Polynesia Tall and, to a lesser extent, the Rennell Tall, perform as well as in the presence of *P. palmivora*.

The Malayan Yellow Dwarf (or Nias Yellow Dwarf) is susceptible to nut fall caused by *P. palmivora*, however, it is tolerant of this disease in areas affected by *P. katsurae*.

The Malayan Red Dwarf is susceptible to bud rot caused by *P. katsurae* in the Ivory Coast, and is also susceptible to the same damage in Jamaica, where Red Dwarf × Tall coconut hybrids are more tolerant of bud rot than the Red Dwarf. It is also worth noting that there is variability within a given ecotype. This phenomenon is particularly marked for West African Tall performance with respect to nut fall in the PB 121 hybrid where, depending on the WAT parent involved, the percentage of diseased nuts ranges from 4.2 to 34.4%.

The variability of nut susceptibility to *Phytophthora* can also be detected by artificial inoculation. This variability, which brings several factors into play (nut age, inoculation method, evaluation criteria), does not always seem to tally with field performance, in any event, the data currently available reveal the extreme variability of *Cocos nucifera* performance in response to the different *Phytophthora* species. These results show the importance that should be attached to breeding and selection for resistance to *Phytophthora* in a given ecosystem. Such work is being carried out at Balitka, where a performance trial containing 25 different hybrids (5 types of Dwarf × 5 types of Tall) has been set up.



## METHODES DE LUTTE

Dans le domaine de la lutte chimique, l'efficacité du Phoséthyl-Al (Alette) contre la chute des noix due à *P. katsurae* est parfaitement démontrée. La méthode d'injection dans le stipe du Phoséthyl-Al est appliquée actuellement à grande échelle en Côte-d'Ivoire en plantations industrielles. En raison du coût des traitements, la technique n'est pas encore vulgarisée aux petits planteurs.

Le dispositif expérimental de lutte chimique mis en place en Indonésie pour lutter contre la pourriture du cœur due à *P. palmivora* (principal problème dans cette zone), ne permet pas encore de définir avec précision les modalités de traitements applicables aux petits planteurs. Sur la base de biotests sur noix provenant de cocotiers traités, l'absorption racinaire assure une meilleure efficacité de l'acide phosphoreux que l'injection dans le stipe. En Côte-d'Ivoire par contre, l'absorption racinaire est moins efficace que l'injection du produit dans le stipe ; la seringue Chemjet (Chemjet injector) semble plus fiable et moins traumatisante pour le stipe que l'injection du fongicide après perforation du stipe au foret.

Malgré ces résultats variables, les études sur la mobilité des phosphonates dans le cocotier (effet systémique ascendant) et leur efficacité directe et indirecte contre *P. katsurae* et *P. palmivora* confirment l'intérêt d'une recherche pour la mise au point d'une méthode préventive de lutte chimique.

Les propriétés antagonistes de *Myrothecium roridum* et *M. verrucaria* sont par ailleurs démontrées. Ces deux champignons produisent des toxines qui inhibent *in vitro* le développement des *Phytophthora* et protègent les jeunes cocotiers de pépinière soumis à une inoculation artificielle avec *P. katsurae* et *P. palmivora*. Malgré ces résultats encourageants, une stratégie de lutte visant à protéger les cocotiers adultes reste à développer.

## JOURNEES DE TERRAIN

Le séminaire a été entrecoupé par deux journées de terrain comprenant la visite de quelques cocoteraies qui font l'objet d'observations systématiques ou d'expérimentations sur les méthodes de lutte chimique, et une excursion sur le champ semencier Nain Jaune Nias de Tinawangko.

Ces visites ont permis aux phytopathologistes, aux généticiens et aux professionnels du cocotier d'échanger de nombreuses idées sur la symptomatologie de la maladie, l'épidémiologie et les techniques de lutte.

Ce fut également l'occasion pour un grand nombre de participants de se rendre compte de l'incidence des dégâts causés par la *Phytophthora* et de la complexité et de l'importance des recherches de terrain pour élaborer une stratégie de lutte efficace contre cette maladie.

## DISCUSSION - CONCLUSION

A l'issue de chaque communication, de nombreuses questions ont été posées et les discussions se sont articulées autour de cinq grands thèmes principaux qui reflètent les préoccupations du secteur professionnel et des chercheurs :

- comment se développe une épidémie ? où se situe la source d'inoculum ? quels sont les facteurs déterminants dans le processus épidémique ? Les associations de cultures et en particulier celles de cocotiers et de caoyers sont-elles à déconseiller ? Que peut-on attendre des méthodes prophylactiques : abattage des cocotiers atteints de pourriture du cœur, élimination systématique des noix malades, etc. Il est nécessaire

## CONTROL METHODS

As regards chemical control, the effectiveness of Fosetyl-Al (Alette) against nut fall due to *P. katsurae* has been demonstrated beyond any shadow of a doubt. Stem injection with Fosetyl-Al is currently practised on a large scale in commercial plantations in the Ivory Coast. In view of the cost of treatment, the technique has not yet been extended to smallholdings.

The chemical control experimental structure set up in Indonesia to control bud rot caused by *P. palmivora* (the main problem in the area) has not yet provided any clear idea of the treatment methods that could be applied on smallholdings. Based on bioassays on nuts taken from treated coconut palms, root uptake using phosphorous acid is more effective than stem injection. In the Ivory Coast, on the other hand, root uptake is less effective than stem injection: the Chemjet injector seems to be more effective and less traumatic for the stem than injecting the fungicide after drilling a hole in the stem.

Despite these variable results, studies of phosphonate mobility in coconut (upward systemic effect) and their direct and indirect effectiveness against *P. katsurae* and *P. palmivora* have confirmed the need to develop a preventive chemical control method.

The antagonistic properties of *Myrothecium roridum* and *M. verrucaria* have also been demonstrated. These two fungi produce toxins that inhibit *Phytophthora* development *in vitro* and protect young coconut palms in the nursery when subjected to artificial inoculation with *P. katsurae* and *P. palmivora*. Despite these encouraging results, a control strategy to protect adult coconut palms has yet to be developed.

## IN THE FIELD

The seminar was interspersed with two days in the field, with visits to some coconut plantations being monitored regularly or used for chemical control trials, and a trip to the Tinawangko Nias Yellow Dwarf seed garden.

These visits enabled the phytopathologists, geneticists and coconut professionals to exchange numerous ideas on disease symptomatology, epidemiology and control techniques.

This was also an opportunity for many participants to fully realize the extent of the damage caused by *Phytophthora* and the complexity and importance of field research for drawing up an effective control strategy against the disease.

## DISCUSSION - CONCLUSION

Following each paper, numerous questions were asked, and discussions centred on five main topics reflecting the concerns of the professional sector and researchers:

- How do epidemics develop? Where is the inoculum source? What are the determining factors in the epidemic process? Should intercropping, particularly coconut and cocoa, be discouraged? What can be expected of preventive methods: felling coconuts affected by bud rot, systematic elimination of diseased nuts, etc.? It is essential to have precise field records

de disposer de relevés précis au champ pour les études épidémiologiques ainsi que pour l'évaluation des différents types de matériel végétal.

- Est-il possible de définir les zones à risque ? Sur quels critères reposerait un système d'avertissement ? Comment peut-on expliquer l'absence de maladie sur la plantation de Kauditan pourtant déjà âgée d'une dizaine d'années ? Les avis sont partagés quant à l'intérêt ou non de développer une étude sur la densité de l'inoculum "*Phytophthora*" dans le sol à partir de piégeage.
- La lutte chimique est efficace mais doit-elle être maintenue à long terme ? ne doit-on pas lui préférer une lutte génétique ?

Bien que de nombreux points restent encore à étudier, les recherches en cours ont permis de dégager des conclusions importantes :

- deux espèces principales de *Phytophthora*, *P. katusrae* et *P. palmivora*, sont à l'origine des pourritures de coeur et des noix : *P. nicotianae* et *P. arecae* sont également présents en Indonésie ;
- une lutte chimique préventive est possible pour lutter contre la chute des noix due à *P. katusrae*. Les modalités de traitement pour lutter préventivement contre la pourriture du coeur à *P. palmivora* sont à préciser (dose à appliquer, méthode de traitement) ;
- une lutte biologique potentielle existe contre les *Phytophthora* avec *Myrothecium roridum* et *M. verrucaria* : les méthodes d'application au champ restent à définir ;
- l'espèce *Cocos nucifera* renferme des sources de résistance aux *Phytophthora*, une variabilité existe également à l'intérieur d'un même écotype (exemples : GOA et GRL). La mise en place de champs de comportement permet de définir le matériel végétal le plus tolérant dans un biotope donné. Le Centre de Balitka se prépare à la mise en place d'un tel dispositif.

Les partenaires du projet se sont prononcés pour une prolongation des études jusque fin décembre 1993 et ont reconnu la nécessité d'envisager une suite à ce premier programme.

**Remerciements.** — Nous tenons à remercier la direction du centre de Balitka pour la remarquable organisation de ce séminaire ainsi que l'équipe des "Small Holder Coconut Development Project" (S.C.D.P.) et la direction du PTP 28 pour leur accueil sur le terrain. Nos remerciements s'adressent également à la direction générale de la Commission des Communautés Européennes (DG XII) pour l'appui financier [programme TS2A - 0299 - M. (E.D.B)] sans lequel ce séminaire n'aurait pu avoir lieu.

for epidemiological studies and to assess the different types of planting material

- Is it possible to identify "at risk" zones? What criteria could an early warning system be based on? How can one explain the absence of the disease at the Kauditan plantation, although it is already around ten years old? Opinions are divided as to the merits (or irrelevance) of developing a study of *Phytophthora* inoculum density in the soil by trapping
- Chemical control is effective, but should it be continued long-term? Might genetic control not be preferable?

Although there are still a lot of points to be looked at, the research under way has provided some interesting conclusions:

- two main *Phytophthora* species, *P. katusrae* and *P. palmivora*, are the cause of bud rot and nut fall. *P. nicotianae* and *P. arecae* are also found in Indonesia.
- preventive chemical control is possible to control nut fall due to *P. katusrae*. The treatment techniques for preventing bud rot caused by *P. palmivora* remain to be determined (required doses, treatment method)
- there is a potential for biological control of *Phytophthora* using *Myrothecium roridum* and *M. verrucaria*; field application methods have yet to be determined.
- the *Cocos nucifera* species contains sources of resistance to *Phytophthora*, and there is also a degree of variability within given ecotypes (e.g. WAT and RLT). Performance trials can be used to identify the most tolerant planting material in a given biotope. The Balitka Centre is preparing to set up such a structure

The partners in the project have decided to extend research until the end of December 1993, and acknowledge the need to plan further work as a follow-on from this initial programme

**Acknowledgements** — We should like to thank the Director of the Balitka Centre for organizing the seminar so remarkably well, and the Smallholder Coconut Development Project (SCDP) team and PTP 28 Management for their hospitality in the field. Our thanks also go to the Directorate General at the Commission of the European Communities (DG XII) for its financial support [programme TS2A - 0299 - M. (EDB)], without which this seminar could not have taken place

**ANNEXE I. — PROGRAMME DU SEMINAIRE****SESSION I - Incidence de la maladie : épidémiologie**

Modérateur : G. Hall

- Introduction aux maladies à *Phytophthora* du cocotier (J.L. Renard).
- Incidence du *Phytophthora* en relation avec le climat et les cultivars (S.N. Darwis).
- Epidémiologie des maladies à *Phytophthora* du cocotier à Nord Sulawesi, Indonésie (J.M. Thevenin).

Modérateur : S.N. Darwis

- Etiologie des maladies à *Phytophthora* en Indonésie (J.M. Thevenin).
- Evolution de la pourriture du coeur du cocotier et stratégie de lutte, observations à Bangun Purba, Nord Sumatra, (J. Brahmana).

Modérateur : J.J. Tuset

- Sensibilité des différents cultivars de cocotier et influence des facteurs de l'environnement sur les maladies à *Phytophthora* en Indonésie (H. Mangindaan).
- Evolution spatiale de la pourriture des noix de coco immatures en Côte-d'Ivoire et facteurs impliqués (J. Pohe)
- Relevés et analyse du développement spatial des maladies des plantes en utilisant la méthode géostatistique et la technique de Krigeage (J. Dauzat).

**SESSION II - Agent causal**

Modérateur : H. de Franqueville

- Espèces de *Phytophthora* impliquées dans la pourriture du méristème et la chute des noix sur cocotier, en Côte-d'Ivoire et en Indonésie (G. Hall).
- Population de *Phytophthora* impliquée dans les maladies du cocotier en Indonésie (J.S. Warokka).
- Variabilité et spécificité du genre *Phytophthora* : caractères morphologiques et profils isoenzymatiques (G. Blaha).

Modérateur : G. Bompeix

- Identification des *Phytophthora* du cocotier et espèces liées par la méthode des isozymes par électrophorèse sur gel d'amidon (E. Concibido).
- Identification rapide des *Phytophthora* du cocotier et du cacaoyer par électrophorèse isoenzymatique avec PGI et MDH (G. Blaha).
- Recherche sur la phylogénie du *Phytophthora palmivora* (G. Blaha).
- Etat de la situation de la taxonomie du genre *Phytophthora* (G. Hall).

**SESSION III - Sources de résistances**

Modérateur : H. de Franqueville

- Composante de la sensibilité des noix au *Phytophthora katusurae* en Côte-d'Ivoire (J. Pohe).
- Evaluation des cultivars de cocotiers par inoculation artificielle (S. Kharie).

Modérateur : G. Blaha

- Comportement des différents cultivars de cocotiers vis à vis des *Phytophthora* aux Philippines (E.C. Concibido-Manohar).
- Effet variétal et de l'âge des noix sur la chute précoce des noix (J. Brahmana).

**ANNEX I. — SEMINAR PROGRAMME****SESSION I - Disease incidence - epidemiology**

Chairman: G. Hall

- Introduction to coconut *Phytophthora* diseases (J.L. Renard)
- *Phytophthora* incidence in relation to climate and varieties (S.N. Darwis)
- Coconut *Phytophthora* disease epidemiology in North Sulawesi, Indonesia (J.M. Thevenin)

Chairman: S.N. Darwis

- *Phytophthora* disease etiology in Indonesia (J.M. Thevenin)
- Coconut bud rot development and control strategy, observations at Bangun Purba, North Sumatra (J. Brahmana)

Chairman: J.J. Tuset

- The susceptibility of different coconut varieties and the effect of environmental factors on *Phytophthora* diseases in Indonesia (H. Mangindaan)
- The spatial development of immature coconut rot in the Ivory Coast and the factors involved (J. Pohe)
- Records and analysis of the spatial development of crop diseases using the geostatistical method and the Kriging technique (J. Dauzat)

**SESSION II - Pathogen**

Chairman: H. de Franqueville

- *Phytophthora* species implicated in meristem rot and nut fall on coconut in the Ivory Coast and Indonesia (G. Hall)
- *Phytophthora* populations implicated in coconut diseases in Indonesia (J.S. Warokka)
- The variability and specificity of the *Phytophthora* genus: morphological characters and isoenzymatic banding patterns (G. Blaha)

Chairman: G. Bompeix

- Identification of coconut *Phytophthora* and associated species using the isozyme method by electrophoresis on starch gel (E. Concibido)
- Rapid identification of coconut and cocoa *Phytophthora* by isoenzymatic electrophoresis with PGI and MDH (G. Blaha)
- Research on *Phytophthora palmivora* phylogeny (G. Blaha)
- Statement of progress on *Phytophthora* genus taxonomy (G. Hall)

**SESSION III - Resistance sources**

Chairman: H. de Franqueville

- Components of nut susceptibility to *Phytophthora katusurae* in the Ivory Coast (J. Pohe)
- Coconut variety assessment by artificial inoculation (S. Kharie)

Chairman: G. Blaha

- The performance of different coconut varieties with respect to *Phytophthora* in the Philippines (E.C. Concibido-Manohar)
- Effect of variety and nut age on premature nut fall (J. Brahmana)

- Etude du comportement de différents hybrides de cocotiers au champ vis à vis du *P. katsurae* en Côte-d'Ivoire. Intérêt pour la détection des sources de résistance aux maladies à *Phytophthora* (H. de Franqueville)

#### SESSION IV - Méthodes de lutte

Modérateur : J.M. Thevenin

- Effet du traitement au Phoséthyl-Al sur la chute précoce des noix en fonction de la période d'application (J. Pohe).
- Lutte chimique contre les maladies à *Phytophthora* du cocotier à Nord Sulawesi (H.F.J. Motulo).

Modérateur : J. Pohe

- Lutte contre les *Phytophthora* du cocotier. Evaluation de l'efficacité du Phoséthyl-Al en fonction des méthodes de traitements. Résultats préliminaires (H. de Franqueville).
- Migration de l'acide phosphoreux dans le cocotier (G. Bompeix).
- *Myrothecium roridum* et *M. verrucaria*, antagonistes potentiels des espèces de *Phytophthora* du cocotier (J. J. Tuset)

#### SESSION V - Discussion-conclusion

Modérateur : J.L. Renard

Visites de terrain

Première excursion :

- Visite du centre de recherche (Balitka) : collection de Mapanget, parcelles expérimentales de Paniki et de Kima Atas.
- Visite de plantations villageoises : Koka, Tetey, Kolongan, Airmadidi, Kauditan : symptomatologie, épidémiologie, méthode de lutte.

Seconde excursion :

- Collection de cocotiers Grands à Boyong Atas.
- Champ semencier de Tinawangkro, PTP 28.

#### SESSION IV - Control methods

Chairman: J M Thevenin

- *Effect of Fosetyl-Al treatment on premature nut fall depending on the application period (J. Pohe)*
- *Chemical control of coconut Phytophthora diseases in North Sulawesi (H F J. Motulo)*

Chairman J Pohe

- *Coconut Phytophthora control. Evaluation of the effectiveness of Fosetyl-Al depending on treatment techniques Preliminary results (H. de Franqueville)*
- *Phosphorous acid migration in coconut (G. Bompeix)*
- *Myrothecium roridum and M. verrucaria, potential antagonists of coconut Phytophthora species (J J. Tuset)*

#### SESSION V - Discussion-conclusion

Chairman: J.L. Renard

Field visits

First excursion

- *Tour of the research centre (Balitka): Mapanget collection, Paniki and Kima Atas experimental plots.*
- *Tour of smallholdings. Koka, Tetey, Kolongan, Airmadidi, Kauditan: symptomatology, epidemiology, control methods.*

Second excursion

- *"Tall coconut" collection at Boyong Atas.*
- *Tinawangko seed garden, PTP 28.*